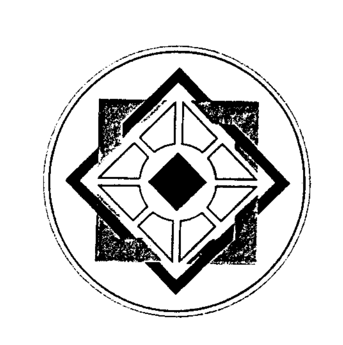
المملكة العربية السعودية
جامعة أم القرى
مركز أبحاث الحج



تقييم حركة المركبات
أثناء النفرة إلى مزدلفة
١٤١٠ هـ

تقييم حركة المركبات
أثناء النفرة إلى مزدلفة
١٤١٠هـ

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
مركز أبحاث الحج

تقييم حركة المركبات أثناء النفرة إلى مزدلفة ١٤١٠ هـ

د / أحمد البدوي طه عبد المجيد
قسم الدراسات العمرانية
مركز أبحاث الحج
جامعة أم القرى

شكر وتقدير

يود الباحث أن يوجه شكره وتقديره إلى معالي مدير جامعة أم القرى لحسن رعايته وتشجيعه لمركز أبحاث الحج حتي يقوم بدوره لخدمة ضيوف الرحمن على الوجه المطلوب. وقد كان لهذا التشجيع الدور الكبير في إنجاز هذا العمل حيث تمّ توفير عدد الطلاب والمقومات الأخرى المطلوبة.

كما يخص الباحث سعادة الدكتور مجدي محمد حريري مدير عام مركز أبحاث الحج بجامعة أم القرى بالشكر والتقدير لتشجيعه المستمر للأبحاث التي تتم بالمركز والتي لمسها الباحث في إعداد هذا البحث، وقد كان لمتابعة سعادته هذا البحث منذ البداية حتى إتمامه الأثر الكبير في إنجاز هذا العمل جزاه الله خيراً.

كما يتوجه الباحث بالشكر إلى سعادة المهندس سامي ياسين برهمين رئيس قسم الدراسات العمرانية بالمركز والذي أولى هذا البحث برعايته منذ بدايته ~~حيث شارك في كثير من أفكار هذا البحث~~ وقد تكرّم سعادته بمراجعة هذا البحث بعد كتابته مما كان له أثر عظيم في إثراء هذا البحث.

كما يتوجه الباحث بالشكر إلى سعادة الدكتور حامد عمر البار الأستاذ المساعد لهندسة تخطيط النقل والمرور بجامعة الملك عبدالعزيز بجدة والذي تكرّم بمراجعة هذا البحث من الناحية الفنية لإبداء رأيه العلمي فيه وقد أسهمت مراجعته في كثير من العطاء لهذا البحث.

وكذلك إلى كل من ساهم في إخراج هذا العمل دون تخصيص أتوجه بالشكر والتقدير.

الباحث

د. أحمد البدوي طه عبدالمجيد

فهرس المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

١ ـ المقدمة:

تهتم حكومة خادم الحرمين الشريفين اهتماماً كبيراً برعاية الحجاج وتسهيل حركتهم في المشاعر المقدسة، ولتحقيق هذا الغرض فإنها تبذل المزيد نحو تشجيع البحوث العلمية لحل المشاكل التي قد تواجه الحجاج في المجالات المختلفة، وقد أنشىء مركز أبحاث الحج لجمع المعلومات وعمل البحوث والدراسات المتعلقة بالحج التي من شأنها مساعدة المسئولين في اتخاذ القرارات المبنية على أسس علمية صحيحة للرقي بالخدمات المقدمة لضيوف الرحمن وتوفير الراحة والسلامة لهم، وتهتم وزارة المواصلات بكل مامن شأنه التغلب على مشاكل نقل الحجاج وحركتهم ويظهر ذلك بوضوح في الأبحاث التي تقوم بها الوزارة وتلك التي تطرح في «ندوة النقل في الحج» كل عام تحت إشراف مباشر من قبل الوزارة.

ويهتم هذا البحث بتقييم حركة مرور المركبات على طرق عرفات ـ مزدلفة حيث تسلك تلك الطرق العديد من المركبات المتنوعة بجانب المشاة. ويعتبر المكان والزمان عاملين حاكمين في كثير من المشاعر ويظهر ذلك بوضوح في منطقة عرفات في التاسع من ذي الحجة حيث يتحرك الحجاج جميعاً بعد مغرب ذلك اليوم قاصدين مزدلفة، ولذا فإن المكان يعتبر عاملاً حاكماً لوجود تسعة طرق مخصصة للمركبات تصل عرفات بمزدلفة مع وجود طريقي مشاة. وقبل النفرة فإنه يخصص طريق واحد من هذه الطرق لحركة المركبات من مزدلفة إلى عرفات بينما يخصص باقي الطرق لحركة الحجاج المستخدمين للمركبات من عرفات إلى مزدلفة بعد النفرة، ويعتبر الزمان أيضاً عاملاً حاكماً حيث يرغب جميع الحجاج التوجه لمزدلفة في أسرع وقت ممكن، ومن هنا تبرز المشكلة الحقيقية.

ويركز هذا البحث على دراسة حركة المركبات فقط كدراسة مستقلة دون المساس بحركة المشاة التي تتطلب دراسة أخرى مستقلة بحيث تكوّن الدراستان معاً دراسة شاملة لحركة الحجاج من عرفات إلى مزدلفة.

* الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى العمل على حل مشكلة الزحام بالنسبة لحركة المركبات على طرق عرفات - مزدلفة أثناء النفرة إلى مزدلفة يوم التاسع من ذي الحجة. وفي سبيل تحقيق ذلك فقد تم إجراء حصر للمركبات السائرة بالطرق المؤدية من عرفات إلى مزدلفة في ذلك اليوم بالإضافة إلى تحديد متوسط شغل كل نوع من أنواع المركبات وبناء على ذلك فقد تم تحديد مستوى خدمة كل طريق وكذلك مستوى خدمة جميع الطرق ذات العلاقة حيث تبين تدني مستوى الخدمة على جميع الطرق، لذلك فقد تم اقتراح عدد من البدائل لتحسين مستوى الخدمة بتلك الطرق منها منع أنواع معينة من المركبات من دخول عرفات وكذلك توسيع الطرق.

وقد تبين من هذا البحث أن الحل الذي يقترح منع المركبات الصغيرة والونيت والصالون واستخدام حافلات كبيرة بدلاً منها يؤدي إلى تحسين مستوى الخدمة إلى المستوى المقبول ويؤدي إلى رفع كفاءة الطرق كحلٍ مُجدٍ بدلاً من إنفاق المزيد على توسعة الطرق، وبناء على ذلك فإن هذا البحث يوصي بمنع هذه النوعيات من المركبات ويوصي أيضاً بجرد تلك الطرق للتعرف على نقط الإختناقات بها تمهيداً لتوسعتها.

والهدف الرئيس من هذا البحث هو العمل على حل مشكلة الازدحام بالنسبة لحركة المركبات مع دراسة بدائل الحلول المختلفة لاختيار أنسبها، وبهدف البحث أيضًا لتحقيق النقاط التالية:

أ ـ تزويد المسؤلين عن تخطيط الحج مروريًا بالبيانات اللازمة والتي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند وضع خطة مرور سليمة.

ب ـ حصر جيمع أنواع المركبات المشاركة في الحج والمستخدمة في تحركات الحجاج من عرفات إلى مزدلفة.

جـ ـ تحديد نوع العلاقة بين عدد المركبات المغادرة والوقت حيث يعتبر الوقت عاملاً أساسيًا في هذه الحالة.

د ـ الحصول على متوسط شغل كل مركبة من المركبات.

هـ ـ تحديد مستوى خدمة الطرق التي تستخدمها المركبات حاليًا.

٢ ـ البحوث والدراسات السابقة:

سيتم في هذا الباب ذكر عدد من الأبحاث التي اهتمت بتسهيل حركة الحجاج مع ذكر أوجه الاختلاف بينها وبين البحث الحالي ومن بين هذه الأبحاث بحث عيسى والباني والسحيباني (١٤٠٧هـ) وقد كان غرض هذا البحث هو تقييم وتحسين أجهزة التحكم المرورية في منطقة عرفات ويلاحظ أن هذه الدراسة قد ركزت اهتمامها على منطقة عرفات فقط حيث أن ذلك هو موضوع دراستها، أما البحث الحالي فإنه يختص بالمنطقة بين عرفات ومزدلفة.

أما دراسة عبد الغني (١٤٠٧هـ) فقد تناولت دراسة الحاجة إلى استخدام نظام النقل ذو السعة العالية أثناء موسم الحج بين مدينتي جدة ـ مكة المكرمة ولذلك فإنها تختلف عن موضوع البحث الحالي.

وفي بحث للرقيبة (١٤٠٨هـ) فقد أشار الباحث إلى أن الحركتين اللتين تعدان من أكثف الحركات التي تحدث أيام الحج هما خلال حركة النفرة من عرفات

إلى مزدلفة في اليوم التاسع من ذي الحجة وحركة النفرة من منى في اليوم الثاني عشر من ذي الحجة، إلا أن بحثه قد اهتم بدراسة العوامل المؤثرة في زيادة وقلة أعداد الحجاج ودور وسائل النقل في ذلك، ويتضح من ذلك اختلاف هدف هذا البحث عن أهداف البحث الحالي.

ولقد تناولت دراسة عقاد (١٤٠٨هـ) أهمية النقل الجماعي في خدمة الحجاج ولقد بينت هذه الدراسة الدوافع التي أدت إلى إنشاء مرافق النقل الجماعي بالإضافة إلى دور النقل الجماعي في الحج ومزاياه، كما قدم الباحث مقارنة بين بعض وسائل النقل ذات السعة المتوسطة والعالية، ويلاحظ أن هذا البحث تناول الحج بصفة عامة ولم يركز على منطقة عرفات ـ مزدلفة التي هي محور البحث الحالي.

أما فيما يختص بتقدير أحجام المرور على الطرق الداخلة والخارجة من عرفات فإن الباحث آل عبد القادر (١٤٠٨هـ-١٩٨٨م) أوضح في رسالته للماجستير أن وزارة المواصلات قد قامت بتقدير أحجام المرور على الطرق التسعة المتصلة بعرفات ولكن دون إعطاء أي فكرة عن مستوى الخدمة على هذه الطرق وذلك في عام ١٣٩٩هـ (١٩٧٩م). الأمر الذي تمت معالجته في البحث الحالي وذلك للمعلومات التي جمعت عن حج عام ١٤١٠هـ (١٩٩٠م).

ولقد استطاع الحمدان (١٣٩٦هـ-١٩٧٦م) أن يوضح في رسالته للدكتوراه أنه قد تم أخذ قياسات أحجام المرور لفترة ٣٠ ساعة ابتداء من الساعة العاشرة من صباح يوم الثامن من ذي الحجة حتى الرابعة من مساء يوم التاسع من ذي الحجة عام ١٣٩٢هـ في اتجاه الحركة إلى عرفات ومن هذه القياسات اتضح للباحث أن أقل مستوى خدمة على طريق ٣ كان يمثل مستوى C وبالنسبة لطريق رقم ٥ كان مستوى D ولكن على طريق ٤ فإن مستوى الخدمة كان F وذلك لساعة الذروة، كما اتضح للباحث أن أحجام المرور على كل من هذه الطرق قد زادت عن الطاقة الاستيعابية لكل طريق ولكن ذلك البحث يختلف عن هذا البحث في أنه قد تم قياس أحجام المرور في الاتجاه من مزدلفة إلى عرفات أيام الثامن والتاسع من

ذي الحجة، أما البحث الحالي فإنه يتميز بقياس أحجام المرور من عرفات إلى مزدلفة بعد النفرة حيث تبرز المشاكل الحقيقية لحركة المرور.

وفيما يختص بوضع نظام لإدارة أعمال تخطيط النقل على طرق المشاعر المقدسة فقد اقترح كل من الشريف والعصار (١٤٠٩هـ) خطة لاستخدام أنظمة التخطيط القصيرة إلى المتوسطة المدى ولقد أوضح بحثهما أوجه الاختلاف بين التخطيط الاستراتيجي (الطويل الأمد) وأنظمة إدارة أعمال تخطيط النقل القصيرة إلى المتوسطة المدى ولقد استنتج هذا البحث عدداً من الاستنتاجات من بينها أن جعل شبكة الحافلات على الطرق أوسع يؤدي إلى زيادة حجم الركاب وكثرة استخدام نظام الحافلات بسهولته وتزايد أعداده كما أوصى البحث بضرورة وضع ضوابط وقيود على استخدام المركبات الصغيرة.

ولقد قام عبده وسليم (١٤٠٩هـ) بقياس زمن الرحلة بين عرفات ومزدلفة للمركبات كما قاما بجمع بيانات عن الحجاج المشاة لمعرفة خصائص هذه الوسيلة للنقل وبالنسبة للنواحي الهندسية فإن أهم ماتوصل إليه الباحثان هو إجراء دراسة شاملة لمواقع المواقف في كل من عرفات ومزدلفة ومنى بحيث يتم مقارنة الطاقة الاستيعابية لكل منها مع العدد الفعلي للمركبات، كذلك توصل الباحثان إلى أنه يجب إجراء دراسة ميدانية خاصة بجميع الطرق التي تربط بين عرفات ومزدلفة ومنى لمعرفة الطاقة الاستيعابية لها ومقارنة ذلك بحجم الحركة المرورية في أوقات النفرة مما قد يستوجب بعض الإجراءات الهندسية لتوسعة بعض هذه الطرق أو اقتراح إنشاء البعض الآخر، وبذلك فإنه يتضح أن موضوع هذا البحث يختلف عن موضوع البحث الحالي ولكن توصياته توضح ضرورة مقارنة الطاقة الاستيعابية بأحجام المرور على هذه الطرق والتي هي محور البحث الحالي.

ولقد بين كل من الجفري والحازمي (١٤٠٩هـ) فوائد استخدام الحافلات ذات الطابقين لما لها من مميزات أهمها نقل عدد أكبر من الحجاج في الفترة الزمنية الواحدة بيسر وسهولة، ولذلك فإنه يجب التوسع في استعمالها حسب ماجاء في تلك الدراسة.

٣ ـ منهج البحث وخطة الدراسة:

بعد تحديد مشكلة البحث والتعرف على البحوث السابقة فإن منهج البحث كما يتضح من شكل (١) يتضمن تحليلاً كمياً يعتمد على الإحصائيات الميدانية وبعض المعادلات المعروفة في علم هندسة النقل، وتشمل خطة البحث مايلي:

أ ـ جمع البيانات اللازمة لتحقيق هدف الدراسة والتي شملت:

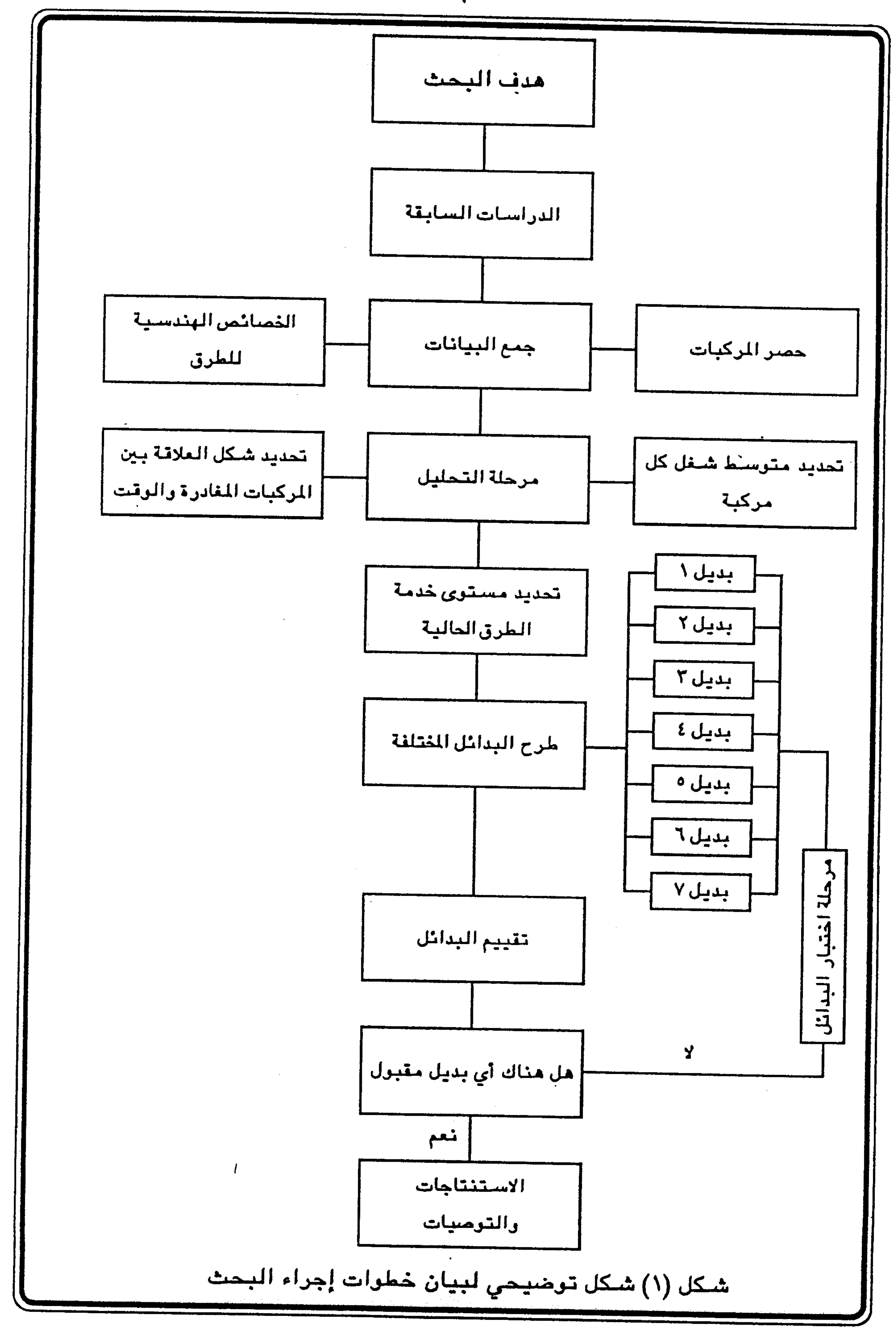
١ ـ حصر الأنواع المختلفة من المركبات على كل طريق من طرق عرفات - مزدلفة وذلك لفترات زمنية متتالية ابتداء من وقت النفرة بعد غروب الشمس حتى منتصف الليل يوم التاسع من ذي الحجة.

٢ ـ تقدير أعداد مستخدمي كل وسيلة من وسائل الإنتقال المختلفة ونظراً لكثرة وتعدد أنواع المركبات وعدم وجود أعداد كافية من الطلبة فقد تم التغلب على هذه المشكلة على النحو التالي:

٢ ـ ١ ـ تم تصميم صحيفتي حصر (أ) و (ب) ويشتمل ملحق (١) على نموذجين لهاتين الاستمارتين وتشمل الصحيفة (أ) أنواع المركبات: سيارة صغيرة، وصالون، وونيت، وحافلة صغيرة. أما الصحيفة (ب) فإنها تضم المركبات: حافلة كبيرة، حافلة نقل جماعي دور واحد، وحافلة نقل جماعي دورين، ولوري.

٢ ـ ٢ ـ بهدف معرفة شغل كل مركبة من هذه المركبات فقد تم تصميم استمارتين (جـ) و (د) الأولى لمعرفة شغل السيارة الصغيرة و الصالون والونيت والثانية خصصت لباقي المركبات. ويشتمل ملحق (١) على نموذجين لهاتين الاستمارتين

٢ ـ ٣ ـ تم تدريب الطلبة تدريباً مكثفاً حيث سبق أن تم توزيعهم على مداخل مكة المكرمة أيام ٥، ٦، ٧ ذو الحجة لمدة ٣ ساعات



شكل (١) شكل توضيحي لبيان خطوات إجراء البحث

يومياً وبذلك اكتسب كل منهم مهارة عالية بحيث أصبحوا مؤهلين تأهيلاً كافياً ليوم عرفات.

٢ ـ ٤ ـ بالنسبة لحصر المركبات فقد تم تخصيص طالبين لكل طريق من الطرق الثمانية بحيث أصبح كل طالب مسئولاً عن حصر ٤ أنواع من المركبات كما يتضح من استمارتي (أ) و (ب).

٢ ـ ٥ ـ تم توزيع استمارتي (جـ) و (د) على باقي الطلاب وذلك لمعرفة شغل كل مركبة من المركبات.

٢ ـ ٦ ـ تم توزيع الطلبة على مخارج الطرق من عرفات وذلك بعد الكباري العابرة لوادي عرنة كما يتضح من شكل (٢).

٣ ـ التعرف على الخصائص الهندسية في أماكن حصر المركبات.

ب ـ مرحلة التحليل بغرض الحصول على أعداد المركبات المغادرة طبقاً للوقت وتحديد متوسط شغل كل مركبة وكذلك تحديد مستوى الخدمة الحالي على كل طريق وعلى مجموع الطرق.

جـ ـ طرح البدائل المختلفة التي يمكن أن تحل مشكلة الزحام.

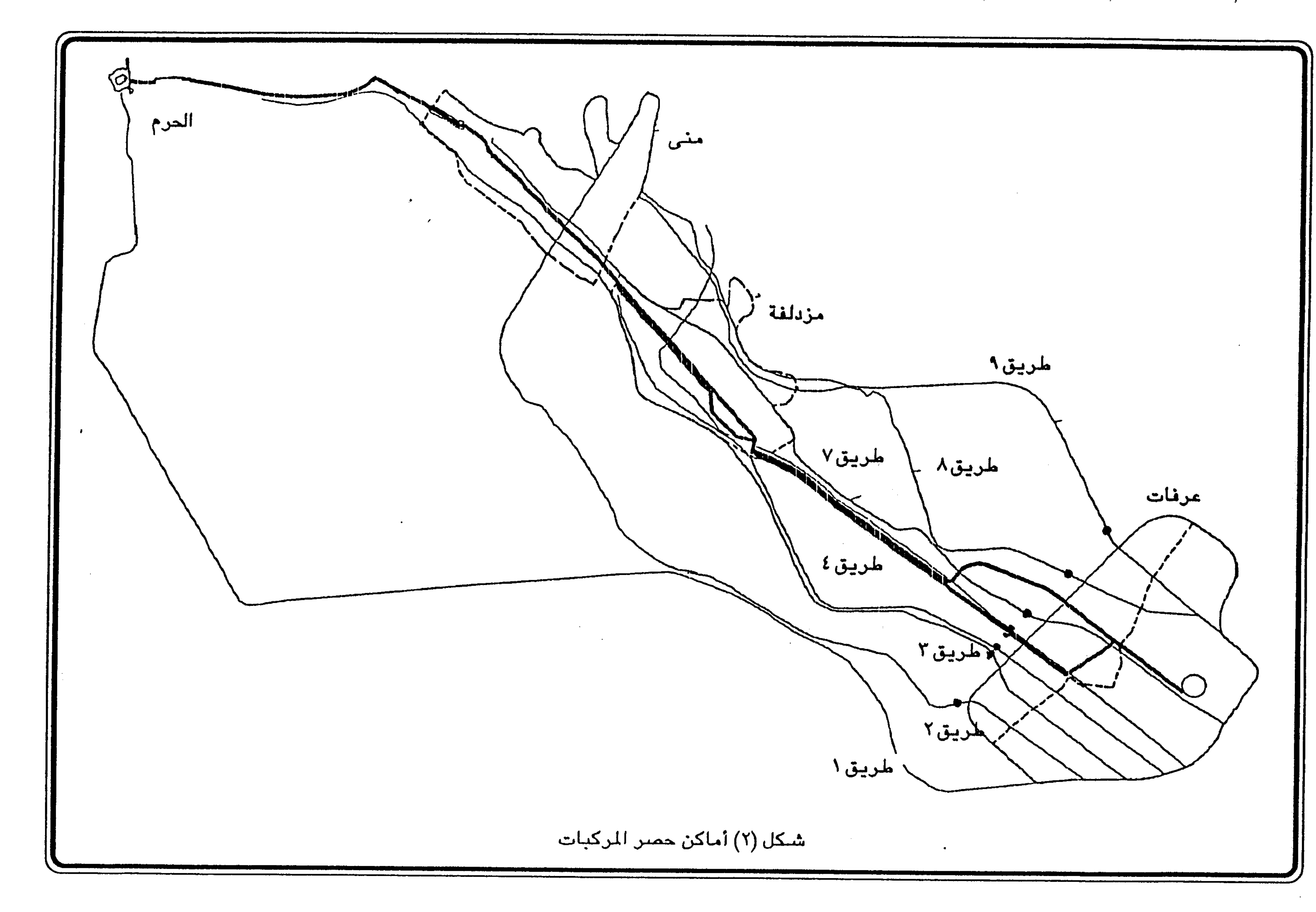
د ـ تقييم هذه البدائل واختيار المناسب منها.

٤ ـ مرحلة التحليل:

تم تحليل البيانات التي جمعت على مراحل مختلفة كما يلي:

أ ـ حصر جميع أنواع المركبات.

ب ـ تحديد شكل العلاقة بين عدد المركبات المغادرة عرفات والوقت.



شكل (٢) أماكن حصر المركبات

جـ - تحديد متوسط شغل كل مركبة من المركبات.

د - تحديد المستوى الحالي للخدمة في الطرق التي أجريت عليها الدراسة.

وفيما يلي مناقشة لما تم عمله في كل مرحلة من هذه المراحل.

٤ ـ ١ ـ حصر جميع أنواع المركبات:

كما ذكر سابقًا فإنه قد تم تصميم صحيفتي (أ ، ب) بحيث يمكن استخدام كل منهما لحصر المركبات لفترات زمنية متتالية كل منها (١٥) دقيقة، وبناء على حصر المركبات فإن جدول (١) يبين النسب المئوية بكل نوع من أنواع المركبات على كل طريق ومن هذا الجدول يتضح مايأتي:

أ - أن نسبة المركبات الصغيرة تتفاوت قيمها على مختلف الطرق بين ٦٪ إلى ١٩٪ بينما تصل نسبتها إلى ١٢,١٪ على مجموع الطرق، الأمر الذي يظهر ارتفاع نسبة هذه المركبات الصغيرة على الرغم من الحظر المفروض على دخولها إلى المشاعر المقدسة.

ب - بالنسبة للمركبات الصالون فإنه يظهر ارتفاع نسبة وجودها إلى باقي المركبات حيث تتروح قيمها بين ٣٣٪ إلى ٤٨٪ على مختلف الطرق ماعدا طريق رقم ٩ الذي تنخفض عليه نسبة هذه المركبات. وبالنسة لجميع الطرق فإن نسبة مركبات الصالون تصل إلى ٣٦,٤٪.

جـ - بالنسبة لسيارات الونيت فإن معدلاتها تتروح بين ٤٪ إلى ٧٪ على مختلف الطرق ولكن تصل نسبتها إلى ٦,١٪ على كل الطرق.

د - بالنسبة للحافلات الصغيرة فإن نسبتها تتروح بين ١٦٪ إلى ٢٤٪ على مختلف الطرق ماعدا على طريقي ٨ و ٩ اللذان تنخفض عليهما تلك النسب إلى ١٠٪، وبالنسبة لجميع الطرق فإن نسبة هذه الحافلات تصل إلى ١٨٪.

هـ - بالنسبة للحافلات الكبيرة فإن نسبتها على مختلف الطرق تتروح

جدول رقم (١)

النسب المئوية لمختلف أنواع المركبات على طرق عرفات - مزدلفة من بداية النفرة بعد غروب الشمس حتى منتصف الليل ١٤١٠هـ

طريق رقم	مركبات صغيرة	صالون	ونيت	حافلة صغيرة	حافلة كبيرة	حافلة نقل جماعي ذات دور واحد	حافلة نقل جماعي ذات دورين	لوري	مجموع المركبات الصغيرة *	مجموع المركبات الكبيرة **
٢	١٩	٣٤	٧	١٦	٢٢	–	٢	–	٦٠	٤٠
٣	١٧	٣٩	٦	٢٣	١٣	١	–	١	٦٢	٣٨
٤	١٤	٤٠	٦	٢١	١٦	١	–	٢	٦١	٣٩
٥	١٢	٤١	٧	٢٤	١٣	١	–	٢	٦٠	٤٠
٦	١٢	٣٣	٥	٢٠	٢٠	١	–	٩	٥٠	٥٠
٧	٦	٤١	٦	١٦	٢٤	١	–	٦	٥٢	٤٨
٨	١١	٤٨	٤	١٠	١٨	٥	١	٣	٦٣	٣٧
٩	٧	١٢	٧	١٠	٥١	١	–	١٢	٢٦	٧٤
كل الطرق	١٢,١	٣٦,٤	٦,١	١٨	٢١,٦	١,١	٠,٢	٤,٥	٥٤,٦	٤٥,٤

* يشمل مجموع المركبات الصغيرة المركبات الصغيرة والصالون والونيت.

** يشمل مجموع المركبات الصغيرة حافلة صغيرة وحافلة كبيرة وحافلة نقل جماعي ذات دور واحد وحافلة نقل جماعي ذات دورين واللوري.

بين ١٣٪ إلى ٥١٪ بينما تصل نسبتها على كل الطرق إلى حوالى ٢٢٪.

و - بالنسبة لحافلات النقل الجماعي دور واحد ودورين واللوري يظهر انخفاض نسبتها على كل الطرق حيث تصل تلك النسب إلى ١,١٪ و ٢,٠٪ و ٤,٥ ٪ على التوالي.

ز - يظهر من الجدول أيضًا ارتفاع نسب مجموع المركبات الصغيرة عن نسب مجموع المركبات الكبيرة على كل الطرق فيما عدا طريق رقم ٩.

٤ - ٢ - شكل العلاقة بين عدد المركبات المغادرة والوقت:

يشتمل ملحق (٢) على رسوم بيانية توضح العلاقة بين عدد المركبات المغادرة والوقت وذلك على طريق (٢) حتى طريق (٩)، ويتضح من هذه الرسومات مايلي:

أ - أن عدد المركبات المغادرة عرفات إلى مزدلفة بعد مغيب الشمس يوم التاسع من ذي الحجة يزداد تدريجيًا حتى يبلغ أقصاه عند ساعة معينة (ساعة الذروة) ثم يبدأ في الانخفاض تدريجيًا بعد تلك الساعة ماعدا على طريق ٩ حيث يبلغ عدد المركبات أقصاه منذ بداية النفرة.

ب - يتضح أن ساعة الذروة على الطرق الوسطى ابتداء من طريق رقم ٣ حتى طريق رقم ٧ تقع ابتداءً من الساعة الثامنة حتى التاسعة مساءًا ماعدا على طريق رقم ٥ الذي يظهر عليه حجم المرور في الساعة التاسعة حتى العاشرة أكثر قليلاً عما هو في الساعة الثامنة حتى التاسعة مساءًا.

ج - يتضح أن ساعة الذروة على الطريقين ٢ و ٨ تكون ابتداءً من الساعة التاسعة حتى العاشرة مساءًا وهذا يتفق مع الواقع حيث يبدأ ضغط المركبات على الطرق الوسطى بالتزايد من الساعة الثامنة حتى التاسعة ثم ينتقل تدريجيًا إلى الطرق الأبعد.

د ـ بالنسبة للطريق رقم ٩ فيظهر أن ساعة الذروة عليه تبدأ من الساعة السابعة حتى الثامنة مساءًا مع وجوده ناحية أقصى الشمال ويمكن تفسير ذلك بأن نوعية المركبات المستخدمة لهذا الطريق تختلف تمامًا عما هو موجود على الطرق الأخرى حيث يتضح من جدول (١) أن نسبة المركبات الكبيرة على هذا الطريق تصل إلى ٧٤٪ أما مجموع المركبات الصغيرة فإن نسبتها تصل فقط إلى ٢٦٪ وهذا يوضح أن المركبات الكبيرة تشكل ضغطًا على هذا الطريق منذ بداية النفرة الأمر الذي يختلف عنه في الطرق الأخرى.

٤ ـ ٣ ـ تحديد متوسط شغل كل مركبة من المركبات:

إن الحصول على متوسط شغل كل مركبة من المركبات يعتبر في غاية الأهمية حيث يبين هذا المدلول مدى الاستفادة من وسائل النقل المتاحة، وكما ذكر فإنه للحصول على متوسط شغل كل مركبة فإنه قد تمّ تصميم الاستمارتين (جـ) و (د) في ملحق (١) حيث تشتمل الاستمارة (جـ) على عدد الأفراد الموجودين داخل المركبة بالنسبة للمركبات الصغيرة، الصالون، الونيت، حيث يسهل على الذي يقوم بعملية الحصر معرفة عدد الركاب الموجودين داخل هذا النوع من المركبات بسهولة أما المركبات الكبيرة فإنه من الصعب تحديد عدد الموجودين داخل هذه المركبات أثناء مرورها.لذلك فإنه بدلاً من عدّ الموجودين داخل هذه المركبات فقد استعيض عن ذلك بطريقة تقريبية بحيث تمّ تحديد نسبة مشغولية المركبة كما يتضح من الاستمارة (د)، وهذا أسهل بالنسبة لهذا النوع من المركبات. وبمعرفة نسبة المشغولية يمكن تحديد عدد الموجودين داخل كل مركبة وذلك بضرب سعة المركبة × نسبة مشغوليتها. ولقد تم حساب متوسط شغل كل مركبة طبقًا للمعادلة التالية:

$$\text{متوسط شغل كل نوع من المركبات} = \frac{\text{عدد الركاب المنقولين بهذا النوع من المركبات}}{\text{عدد مركبات هذا النوع}}$$

ويبين جدول (٢) متوسط شغل كل مركبة:

جدول رقم (٢): بيان توزيع الحجاج على وسائل النقل المختلفة مع بيان نسبة شغل كل مركبة أثناء النفرة من عرفات إلى مزدلفة

نوع المركبة	عدد المركبات	عدد الركاب	متوسط شغل المركبة (راكب)	نسبة المركبات المئوية	نسبة عدد الركاب المئوية على كل وسيلة
مركبة صغيرة	٥٤٦٩	٢٤١٢٧	٤,٤	١٢,١	٢,٤
صالون	١٦٥٢٠	١٣١٥٥٤	٨	٣٦,٤	١٣,٢
ونيت	٢٧٦٧	٢٢٥٨٨	٨,٢	٦,١	٢,٣
حافلة صغيرة	٨١٣٧	٢١٥٥٢٦	٢٦,٥	١٨	٢١,٧
حافلة كبيرة	٩٧٩٦	٤٨٥١٣٨	٤٩,٥	٢١,٦	٤٨,٨
حافلة نقل جماعي (دور واحد)	٥٠٣	٢٠١٢٥	٤٠	١,١	٢,٠
حافلة نقل جماعي (دورين)	١١٠	٩٦٤٦	٨٧,٦	٠,٢	١,٠
لوري	٢٠٢٨	٨٥٩٧٥	٤٢,٤	٤,٥	٨,٦
المجموع	٤٥٣٣٠	٩٩٤٦٧٩	-	١٠٠	١٠٠

ويتضح من هذا الجدول مدى ارتفاع متوسط شغل كل مركبة من المركبات وعمومًا فإن ارتفاع هذا المتوسط يعتبر من الظواهر التي توضح مدى استغلال المركبات بأقصى كفاءة ممكنة نتيجة الزحام المتواجد في الحج مما يسبب ضغطًا متزايدًا على وسائل النقل المتاحة وبالتالي على الطرق الواصلة بين عرفات ومزدلفة.

كما يبين جدول (٢) أيضًا النسب المئوية للمركبات ونسبة عدد الركاب المنقولين بكل وسيلة من الوسائل، ويظهر بوضوح أن مجموع المركبات الصغيرة والصالون والونيت تصل نسبتها إلى ٥٤,٦٪ من عدد المركبات الكلي في حين أنها تنقل فقط ١٧,٩٪ من مجموع ركاب المركبات، أما باقي وسائل النقل الأخرى فتصل نسبتها إلى ٤٥,٤٪ من عدد المركبات بينما تقوم بنقل حوالي ٨٢,١٪ من عدد ركاب المركبات الأمر الذي يستدعي الانتباه.

٤ ـ ٤ ـ تحديد مستوى خدمة الطرق الحالي:

إن تحديد مستوى خدمة الطرق أو بمفهوم آخر درجة الزحام يعتبر من المقاييس الهامة التي يمكن من خلالها التعرف على الحالة المرورية لتلك الطرق، وعند تنفيذ أي اقتراح لحل مشاكل المرور فإن مستوى الخدمة يبين ماإذا كان هذا الاقتراح ناجحًا أم لا، ولمعرفة مستوى الخدمة فإنه يجب تحديد الطاقة الاستيعابية للطريق والتي تتأثر بعدة عوامل (دليل سعة الطرق الأمريكي، بجناترادو، مورلوك، باباكوستاس) منها على سبيل المثال:

أ ـ عرض حارات المرور (إذا كانت أقل من ١٢ قدم أو ٣,٦٥ م).

ب ـ عرض أكتاف الطريق (إذا كانت أقل من ٦ قدم أو ١,٨م).

جـ ـ مسافة الرؤية والميول.

د ـ نسبة المركبات الثقيلة.

هـ ـ السائقون وتعودهم على الطريق.

ولحساب السعة الفعلية للطريق فقد تم أخذ المعاملات التالية في الاعتبار:

أ ـ معامل تدقيق السعة نتيجة أن عرض حارات المرور وعرض الأكتاف أقل من القيم المثلى التي حسبت على أساس عرض حارة المرور ١٢ قدمًا وعرض الأكتاف ٦ قدم. وسوف يرمز لهذا المعامل بالرمز *Fw*. وللحصول على هذا المعامل لكل الطرق فقد تم قياس عروض الطرق والأكتاف لكل طريق وذلك في مواقع حصر المركبات، وبناء على هذه القياسات تم حساب معاملات تدقيق السعة نتيجة عروض الحارات والأكتاف لكل طريق من جداول دليل سعة الطرق الأمريكي (١٩٨٥م).

ب ـ معامل تدقيق السعة نتيجة مرور مركبات نقل ثقيل على الطرق (F_{hv}) تمّ حساب هذا المعامل على أساس المعادلة الآتية:

$$(F_{hv}) = \frac{1}{1 + P_S(E_S - 1) + P_{SB}(E_{SB} - 1) + P_B(E_B - 1) + P_T(E_T - 1)}$$

حيث:

F_{hv} = معامل تدقيق السعة نتيجة وجود مركبات ثقيلة.

P_S = نسبة المركبات الصالون.

E_S = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك لمركبات الصالون.

P_{SB} = نسبة الحافلات الصغيرة.

E_{SB} = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للحافلات الصغيرة.

P_B = نسبة الحافلات الكبيرة.

E_B = وحدة الركوب الكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للحافلات الكبيرة.

P_T = نسبة اللواري.

E_T = وحدة الركوب المكافئة للسيارات الصغيرة وذلك للوري.

جـ- معامل تدقيق السعة نتيجة السائقين وتعودهم على الطريق (Fd): كما هو مذكور في دليل سعة الطرق الأمريكي فإن هذا المعامل ينبغي ألا تقل قيمته عن٧٥,٠ حتى يأخذ في الاعتبار تأثير السائقين الذين لايستعملون الطريق بصفة غير منتظمة، وفي حالة الحج فقد أوضح موسى (١٤٠٧هـ) أن نسبة ٣٣,٣٪ الحجاج المستجيبين على استبيان دراسته تفيد بعدم إلمام سائق السيارة المقلة لهم بالطرق التي يجب أن يسير عليها بالمشاعر، ولكن نظراً لأن الطرق التي تصل بين عرفات ومزدلفة طرق طولية لايجد السائق صعوبة في التعرف عليها فقد تم أخذ هذا المعامل مساوياً ٩٠,٠ وبناء على هذه المعاملات فقد تم حساب درجة الزحام ($\frac{V}{C}$) بناء على المعادلة التالية:

$$\frac{V}{C} = \frac{SF}{Cj \times N \times Fw \times Fhv \times Fd}$$

حيث:

$\frac{V}{C}$ = درجة الزحام.

$SF = \frac{\text{حجم المرور المار خلال ساعة على الطريق}}{\text{معامل ساعة الذروة}}$

Cj= الطاقة الاستيعابية المثالية للحارة الواحدة في الساعة.

N = عدد الحارات.

Fw = معامل تدقيق السعة نتيجة عرض الطريق والأكتاف أقل من القيم المثلى.

Fhv = معامل تدقيق السعة نتيجة وجود مركبات ثقيلة.

Fd = معامل تدقيق السعة نتيجة أن السائقين غير متعودين على الطريق.

ويوضح جدول (٣) مستوى الخدمة لكل طريق ولكل ساعة وذلك للمستويات A حتىF وكذلك لمجموع الطرق، ومن هذا الجدول يتضح مايأتي:

جدول (٣)*
بيان مستوى الخدمة لكل طريق ولكل ساعة من ساعات النفرة.

الساعة / رقم الطريق	٧ـ٨ مساءاً	٨ـ٩ مساءاً	٩ـ١٠ مساءاً	١٠ـ١١ مساءاً	١١ـ١٢ مساءاً
٢	B	C	D	A	A
٣	E	F	D	A	B
٤	B	D	D	C	B
٥	B	E	E	C	B
٦	C	E	C	C	A
٧	E	F	E	E	C
٨	B	C	C	B	A
٩	E	C	A	A	A
مجموع الطرق	D	E	D	B	A

* انظر ملحق (٣) للتعرف على مستويات الخدمة.

أولاً: أن مستوى الخدمة يختلف من ساعة لأخرى على مختلف الطرق.

ثانياً: أن مستوى الخدمة يصل إلى أسوأ مستوى له على مختلف الطرق في الساعة الثامنة إلى التاسعة أو التاسعة إلى العاشرة مساءاً فيما عدا على الطريق رقم ٩ الذي يصل إلى أسوأ مستوى خدمة له ابتداء من الساعة الأولى من ساعات النفرة (٧ـ٨ مساءاً).

ثالثاً : كما هو ملاحظ من الجدول فإن حالة المرور الحالية تعتبر سيئة وغير مقبولة على مختلف الطرق (فيما عدا على الطريق رقم ٨) حيث تتعدى المستوى C وتتراوح من D إلى F.

رابعًا: بأخذ مجموع الطرق في الاعتبار فإن مستوى الخدمة يعتبر سيئًا وذلك من بداية النفرة حتى الساعة العاشرة مساءًا كما يتضح من الجدول ويصل إلى مستوى خدمة E في الساعة ٨ ـ ٩ مساءًا.

٥ ـ طرح البدائل المختلفة ودراسة تاثير كل بديل للتغلب على مشكلة الزحام:

كما ذكر سابقًا فإن مستوى الخدمة الحالي على طرق عرفات ـ مزدلفة يعتبر غير مقبول ولتحسين هذا المستوى فإنه يمكن دراسة أحد البدائل الآتية:

بديل ١: ترك الوضع على ماهو عليه.

بديل ٢: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات حظرًا باتًا واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد أودورين بدلاً منها.

بديل ٣: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها.

بديل ٤: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها.

بديل ٥: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها.

بديل ٦: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها.

بديل ٧: العمل على توسيع الطرق والأكتاف.

وكما سبق ذكره فإن مستوى الخدمة يصل إلى أسوأ مستوى له على مجموع الطرق وذلك في الساعة ٨ ـ ٩ لذلك فإنه سوف يتم دراسة البدائل المختلفة

عند هذه الساعة فقط باعتبار أنه إذا تم تحسين مستوى الخدمة في هذه الفترة فإن الفترات الأخرى الأقل ازدحامًا سوف يكون مستوى الخدمة فيها أفضل ولقد تم حساب مستوى الخدمة المناظر لكل بديل من البدائل المختلفة كما يتضح من الجدول (٤) عند هذه الساعة، وسوف يتم فيما يلي دراسة ومناقشة نتائج كل بديل من البدائل المختلفة.

٥ ـ ١ ـ بديل ١: ترك الوضع على ماهو عليه:

لقد سبق أن تبين أن مستوى الخدمة الحالي على جميع الطرق غير مقبول فيما عدا على طريق رقم ٨ وأن مستوى الخدمة يعتبر أيضًا غير مقبول على مجموع الطرق بصفة عامة كما يظهر من جدول (٣)، لذلك فإنه يلاحظ أنه إذا لم يتم اتخاذ إجراءات كفيلة بوضع حد لدرجة الزحام فإن الوضع قد يسوء أكثر في المستقبل خاصة إذا تزايد عدد الحجاج.

٥ ـ ٢ ـ بديل ٢: حظر دخول المركبات الصغيرة إلى منطقة عرفات واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد أو دورين بدلاً منها:

يلاحظ أن مركز أبحاث الحج قد اقترح من قبل فكرة حظر استخدام المركبات الصغيرة في مناطق المشاعر (١٤٠١هـ) وقد صدر بالفعل قرار يقضي بحظر استخدام هذه المركبات، وعلى الرغم من ذلك فإنه يتضح من جدول (١) أن نسبة المركبات الصغيرة تصل نسبتها إلى ١٢٪ من مجموع المركبات على مختلف الطرق، ولكن إذا ماتم منع هذه المركبات منعًا باتًا فإنه يلاحظ من الجدول (٤) التالي:

أ ـ سوف يتحسن مستوى الخدمة على طريق ٢ في الساعة ٨ ـ ٩ من C إلى B وكذلك على طريق ٤ لنفس الساعة حيث تحسن المستوى من D إلى C وكذلك على طريق ٥ حيث تحسن من E إلى D.

ب ـ إن مستوى الخدمة ظل على باقي الطرق دون تحسن.

جدول رقم (٤): بيان مستويات الخدمة للبدائل المختلفة في الساعة من ٨ إلى ٩.

طريق	بديل رقم (١) درجة الزحام في الوضع الحالي	بديل رقم (٢) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دور واحد بدلاً منها	تابع بديل رقم (٢) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها	بديل رقم (٣) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة + الصالون + الونيت واستخدام حافلات دور واحد بدلاً منها	بديل رقم (٤) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة + الصالون + الونيت واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها	بديل رقم (٥) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة + الصالون + الونيت + الحافلات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دور واحد بدلاً منها	بديل رقم (٦) درجة الزحام بعد حظر المركبات الصغيرة + الصالون + الونيت + الحافلات الصغيرة واستخدام حافلات ذات دورين بدلاً منها
٢	C	B	B	B	A	B	A
٣	F	F	F	E	D	E	C
٤	D	C	C	B	B	B	A
٥	E	D	D	C	B	C	B
٦	E	E	E	D	D	D	C
٧	F	F	F	F	E	F	E
٨	C	C	C	B	B	B	A
٩	C	C	C	C	C	C	C
جميع الطرق	E	D	D	C	C	C	B

جـ- أنه بأخذ مجموع الطرق في الاعتبار فإن مستوى الخدمة سيتحسن من مستوى E إلى مستوى D.

ويتضح من ذلك أن منع المركبات الصغيرة فقط لايكفل تحقيق الهدف المنشود بحل مشكلة الزحام والوصول إلى مستوى الخدمة المطلوب (C).

٥-٣-بديل ٣: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها:

يلاحظ من جدول (٤) أنه بمنع استخدام المركبات الصغيرة والونيت والصالون منعًا باتًا واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها الآتي:

أ- بالنسبة للساعة ٨-٩ فإن درجة الزحام تتحسن من مستوى C إلى مستوى B ومن مستوى F إلى مستوى E و من مستوى C إلى B ومن مستوى D إلى C ومن مستوى E إلى D ومن مستوى C إلى B وذلك على طرق ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٨ على التوالي.

ب- بأخذ مجموع الطرق في الاعتبار فإن قيمة درجة الزحام تصل إلى ٠,٦١ والمناظر لمستوى خدمة C في الساعة ٨-٩ وبذلك فإن التحسن في درجة الزحام يصل إلى ٢٥٪ عن ترك الوضع على ماهو عليه.

وبذلك فإنه يلاحظ أنه بمنع المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات كبيرة بدلاً منها فإن مشكلة الزحام الحالية تتلاشى ويصل مستوى الخدمة إلى المستوى المقبول مروريًا وهو C.

٥-٤-بديل ٤: حظر دخول المركبات الصغيرة والونيت والصالون وإحلال حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها:

نظرًا لأن سعة الحافلات الكبيرة ذات دورين تصل تقريبًا إلى ضعف سعة الحافلات ذو دور واحد فإنه يتضح من جدول (٤) التالي:

أ ـ بالنسبة للساعة ٨ ـ ٩ فإن هناك تحسنًا في مستوى الخدمة على جميع الطرق ماعدا طريق رقم (٩) مقارنة بالبديل الأول وهو الوضع الحالي.

ب ـ بالنسبة لمجموع الطرق فإنه قد وصل التحسن في مستوى الخدمة إلى ١١٪ عما إذا ماastخدمت الحافلات ذات دورين بدلاً من دور واحد في حالة إحلال كل منهما محل المركبات الصغيرة والونيت والصالون ومقارنة بالبديل الأول (الوضع الحالي) يكون التحسن من مستوى E إلى مستوى C .

وبذلك يلاحظ أنه بإحلال الحافلات ذات دورين محل المركبات الصغيرة والونيت والصالون سيتحسن مستوى الخدمة تحسنًا ملحوظًا وذلك في حالة توفر العدد المطلوب من هذه الحافلات.

٥ ـ ٥ ـ بديل ٥: حظر استخدام المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة وإحلال حافلات كبيرة ذات دور واحد بدلاً منها:

يلاحظ من الجدول (٤) أنه بحظر الحافلات الصغيرة بالإضافة إلى المركبات الصغيرة والونيت والصالون فإن مستوى الخدمة على جميع الطرق يظل كما هو وبحساب التحسن في درجة الزحام فإن حظر استخدام الحافلات الصغيرة بالإضافة إلى المركبات الصغيرة والونيت والصالون يؤدي إلى تحسن في درجة الزحام تصل إلى ٢٦٪ عن ترك الوضع على ماهو عليه، ولكن كما سبق توضيحه تحت ٥ ـ ٣ فإن منع المركبات الصغيرة والونيت والصالون فقط يؤدي إلى تحسن في درجة الزحام تصل إلى ٢٥٪ عن ترك الوضع على ماهو عليه.

لذلك فإن التحسن في درجة الزحام نتيجة منع الحافلات الصغيرة يعتبر طفيفًا وذلك لكبر متوسط شغل الحافلات الصغيرة نسبيًا والذي يصل إلى ٢٦,٥ راكب / مركبة كما يتضح من جدول رقم (٢).

٥ ـ٦ ـبديل ٦: حظر استخدام المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة وإحلال حافلات كبيرة ذات دورين بدلاً منها:

يلاحظ أنه باستخدام حافلات ذات دورين فإن مستوى الخدمة قد تحسن على مجموع الطرق إلى المستوى B كما يتضح من جدول رقم (٤).

٥ ـ ٧ ـ بديل ٧: العمل على توسيع الطرق والأكتاف:

إن العمل على توسيع الطرق والأكتاف يؤدي بالطبع إلى زيادة الطاقة الاستيعابية للطرق مما يؤدي إلى تحسن في مستوى الخدمة، ولكن ذلك بالطبع يستلزم تكاليف مادية لابد منها.

٦ ـ تقييم البدائل المختلفة واختيار المناسب منها:

إن هذه المرحلة تستدعي بحث البدائل المطروحة تحت جزء (٥).

ويلاحظ أن هناك نوعين من البدائل:

أ ـ بدائل لاتستلزم تحمل تكاليف مادية وهي البدائل ٢ حتى ٦.

ب ـ البديل ٧ الذي يستلزم تكاليف مادية.

وكلا النوعين يؤديان إلى تحسن في مستوى الخدمة ولكن يستلزم هنا دراسة مدى التحسن في مستوى الخدمة ومن المناسب أيضًا التعرف على الزيادة في الطاقة الاستيعابية نتيجة تنفيذ كل بديل من البدائل المختلفة، وكما هو ملاحظ فإنه بالنسبة لمجموع الطرق يظهر أن الساعة ٨ ـ ٩ هي ساعة الذروة، لذلك فإنه قد تم حساب الزيادة في الطاقة الاستيعابية لهذه الساعة ولكل بديل كما يتضح من جدول رقم ٥.

وكما يلاحظ من هذا الجدول فإنه للوصول إلى مستوى الخدمة المطلوب C فإنه يجب تنفيذ أحد البدائل ٣ أو ٤ أو ٥ أو ٦ حيث أن البديلين ١ و ٢ لايضمنان الوصول إلى هذا المستوى، أي أن ترك الوضع على ماهو عليه أو حظر دخول

جدول (٥)
بيان مستويات الخدمة والزيادة في الطاقة الاستيعابية للبدائل المختلفة في الساعة من ٨ إلى ٩.

رقم البديل	درجة الزحام في الساعة ٨ـ٩	مستوى الخدمة	الزيادة في الطاقة الاستيعابية
١	٠,٨١	E	-
٢	٠,٧٨ و ٠,٧٧	D & D	٣,٧٪ و ٥٪ *
٣	٠,٦١	C	٣٢,٥٪
٤	٠,٥٤	C	٤٩,٧٪
٥	٠,٦٠	C	٣٤,٨٪
٦	٠,٤٦	B	٧٦٪

* يشمل هذا البديل إحلال حافلات كبيرة ذات دور واحد أودورين.

المركبات الصغيرة فقط لايحقق الهدف المنشود بحل مشكلة المرور، ويظهر الجدول أن البدائل ٣ و ٤ و ٥ و ٦ تحقق زيادة في الطاقة الاستيعابية للطرق بقيمة ٣٢,٥٪ و ٤٩,٧٪ و ٣٤,٨٪ و ٧٦٪ على الترتيب لذلك فإنه على الأقل يجب منع المركبات الصغيرة والونيت والصالون واستخدام حافلات بدلاً منها وذلك كما هو واضح من الجدول يؤدي إلى زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٣٢,٥٪ وهذا يكافئ تقريباً توسيع الطرق بمقدار ثلثها ويعطي مستوى الخدمة المطلوب، وبذلك فإن التقييم في البحث الحالي قد تم على أسس تشغيلية فقط ويمكن استخدام هذا البحث فيما بعد للتقييم من النواحي الاقتصادية والاجتماعية والأمن والسلامة.

٧ ـ الاستنتاجات والتوصيات:

بناء على التحليلات السابقة فإنه يمكن تلخيص الاستنتاجات فيما يلي:

١ ـ أوضح البحث أن نسبة المركبات الصغيرة المحظور استخدامها في المشاعر تصل إلى ١٢٪ من مجموع المركبات الأمر الذي يظهر ارتفاع نسبة هذه المركبات على الرغم من حظر دخولها المشاعر.

٢ ـ تعتبر المركبات الصالون ذات أعلى نسبة عن جميع المركبات الأخرى خيث تصل نسبتها إلى ٣٦,٤٪ من مجموع المركبات. وهذه حقيقة جديرة بالملاحظة.

٣ ـ يظهر بوضوح انخفاض نسب المركبات الكبيرة حيث تصل إلى ٤٥,٤٪ من مجموع المركبات في حين أنها تنقل ٨١,١٪ من مجموع الركاب بينما تصل نسبة المركبات الصغيرة إلى٥٤,٦٪ من مجموع المركبات وتنقل ١٧,٩٪ من مجموع الركاب فقط.

٤ ـ أوضح البحث أن ساعات الذروة على مختلف الطرق تتراوح بين الساعة الثامنة والعاشرة مساءًا فيما عدا طريق رقم ٩ الذي تظهر عليه ساعة الذروة ابتداءً من النفرة.

٥ ـ يظهر من نتائج البحث ارتفاع متوسط شغل كل مركبة من المركبات نظرًا للزحام الشديد.

٦ ـ بالنسبة لمستوى الخدمة فإن النتائج أظهرت أن حالة المرور تعتبر غير مقبولة حاليًا، وللوصول إلى حل مشكلة الزحام الحالية فإن ذلك يتحقق بإحدى الطريقتين التاليتين:

- تحمل تكاليف مادية عن طريق توسيع الطرق لزيادة طاقتها الاستيعابية أوإنشاء طرق جديدة أو
- عدم تحمل تكاليف مادية مباشرة وذلك بمنع نوعيات معينة من المركبات من الاستخدام في عرفات والمشاعر حيث أظهرت نتائج البحث مايلي:

أ ـ أنه بمنع المركبات الصغيرة والونيت والصالون، واستخدام حافلات كبيرة ذات دور واحد، أو دورين بدلاً منها، فإن ذلك ينتج عنه زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٣٢,٥٪ و ٤٩,٧٪ على التوالي.

ب ـ أنه بمنع المركبات الصغيرة والونيت والصالون والحافلات الصغيرة، وإستخدام حافلات ذات دور واحد أو دورين بدلاً منها، فإن ذلك ينتج عنه زيادة في الطاقة الاستيعابية مقدارها ٣٤,٨٪ و ٧٦٪ على التوالي.

لذلك فإن البحث يوصي بما يلي:

١ ـ أهمية تطبيق التعليمات الخاصة بمنع المركبات الصغيرة من الدخول لعرفات والمشاعر تطبيقًا دقيقًا.

٢ ـ إصدار تعليمات بمنع دخول سيارات الصالون والونيت إلى عرفات والمشاعر ويمكن أن يتم ذلك باتباع سياسات معينة كالآتي:

أ ـ تحديد سنة معينة يمنع بعدها استخدام هذا النوع من المركبات.

ب ـ فرض رسوم عالية على مستخدمي هذه المركبات بحيث تشجع مستخدميها إلى استخدام الحافلات الكبيرة أو التحول إلى وسيلة المشي علمًا بأن هذا الاقتراح ضعيف ا لتأثير غالباً.

ويمكن مراعاة البعد الاجتماعي في ذلك بالسماح باستخدام هذه النوعية من المركبات للعجزة وكبار السن فقط.

٣ ـ يجب التعرف على أماكن الاختناقات بالطرق وذلك بجرد شبكة الطرق الحالية حتى يمكن توسيع أماكن هذه الاختناقات.

٤ ـ تعتبر هذه الدراسة جزءًا من دراسة نقل شاملة حيث إنها تمت في منطقة بين عرفات ومزدلفة كما أنها تعرضت لحركة المركبات فقط لذلك يجب أن تكتمل هذه الدراسة وذلك بالآتي:

أ ـ دراسة حركة المركبات بين مزدلفة ومنى.

ب ـ دراسة حركة النفرة من منى في الثاني عشر من ذي الحجة.

جـ ـ دراسة حركة المشاة من عرفات إلى مزدلفة ومن مزدلفة إلى منى.

د ـ دراسة حركة المشاة خلال الأنفاق وذلك لتحديد مستوى الخدمة ومعرفة كفاءة هذه الأنفاق من حيث تأديتها للخدمة المرورية المطلوبة.

قائمة المراجع العربية

١ ـ أسامة إبراهيم عبده وفيصل سليم «قياس زمن الرحلة بين عرفات ومزدلفة للمركبات ومرئيات عن الحجاج المشاة لحج عام ١٤٠٨هـ» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

٢ ـ خالد عبد الغني «دراسة الحاجة إلى استخدام النقل ذو السعة العالية أثناء موسم الحج بين مدينتي جدة ـ مكة المكرمة» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٧هـ.

٣ ـ سامي محسن عنقاوي «استراتيجية لحركة الحجاج» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤١٠هـ.

٤ ـ سعيد عيسى وأسامة الباني وعبدالرحمن السحيباني «تقييم وتحسين أجهزة التحكم المرورية في منطقة عرفات» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٧هـ.

٥ ـ صلاح الدين عبد الحميد عقاد «أهمية النقل الجماعي في خدمة الحجاج» وقائع ندوة النقل ـ وزارة المواصلات ١٤٠٨هـ.

٦ ـ عبد الله بن صالح الرقيبة «العوامل المؤثرة في زيادة وقلة أعداد الحجاج ودور وسائل النقل في ذلك» وقائع ندوة النقل وزارة المواصلات ١٤٠٨هـ.

٧ ـ فهد بن معلا الشريف ورامز محمود العصار «نظام لإدارة أعمال تخطيط النقل على طرق المشاعر المقدسة: خطة مقترحة لاستخدام أنظمة التخطيط القصيرة المدى» وقائع ندوة النقل ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

٨ ـ محمد طه الجفري ومحمد إبراهيم الحازمي «استخدام الحافلات ذات الطابقين في نقل الحجاج» وقائع ندوة النقل في الحج ـ وزارة المواصلات ١٤٠٩هـ.

قائمة المراجع الأجنبية

1- A.H. AL-Abdul - Gader, "Parking problem of Arafat", Master Thesis, King Fahd University of petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia, June, 1988.

2- C.S. Papacostas, "Fundamentuls of Transportation Engineering", prentice-Hall, International Editions, 1987.

3- E.K. Morlok, "Introduction to Transportation Engineering and planning", McGraw - Hill, Inc., 1978.

4- L.J Pignataro, "Traffic Engineering Theory and Practice", Prentice - Hall, Inc., 1973.

5- S.A.S. El-Hamdan, "The pilgrimage to Mecca - A study of the physical planning problems with special Reference to the Increasing Numbers of pilgrims and changing Modes of Tranel", Ph. D. Dissertation, University of sheffielol, 1976.

6- U.S. Dept. of Transportation, "Highway Capacity Manual", special Report 209, Transportation Research Board, Washington D.C., 1985.

ملحق ١

نموذج لاستمارات الحصر المستخدمة في الدراسة

(أ)

مركز أبحاث الحج - جامعة أم القرى

إستمارة حصر مركبات على الطريق طبقًا للتوقيت

إسم القائم بالحصر: ________ طريق رقم: ________ الإتجاه من: ________ إلى: ________

نوع المركبة	٨,٠٠ : ٨,١٥	٨,٣٠ : ٨,١٥
سيارة صغيرة		
صالون		
ونيت		
حافلة صغيرة		

(ب)

مركز أبحاث الحج - جامعة أم القرى

إستمارة حصر مركبات على الطريق طبقًا للتوقيت

إسم القائم بالحصر: ________ طريق رقم: ________ الإتجاه من: ________ إلى: ________

نوع المركبة	٨,٠٠ : ٨,١٥	٨,١٥ : ٨,٣٠
حافلة كبيرة		
حافلة نقل جماعي (دور واحد)		
حافلة نقل جماعي (دورين)		
لوري		

(جـ)

مركز أبحاث الحج ـ جامعة أم القرى

إستمارة حصر المركبات (سيارة صغيرة) على الطريق طبقًا للتوقيت

إسم القائم بالحصر: ________ طريق رقم: ________ الإتجاه من: ________ إلى: ________

التوقيت / الركاب	٨,٠٠ – ٨,١٥	٨,١٥ – ٨,٣٠	٨,٣٠ – ٨,٤٥	٨,٤٥ – ٩,٠٠
١				
٢				
٣				
٤				
٥				
٦ ـ ٩				
أكثر من ٩				

(د)

مركز أبحاث الحج - جامعة أم القرى

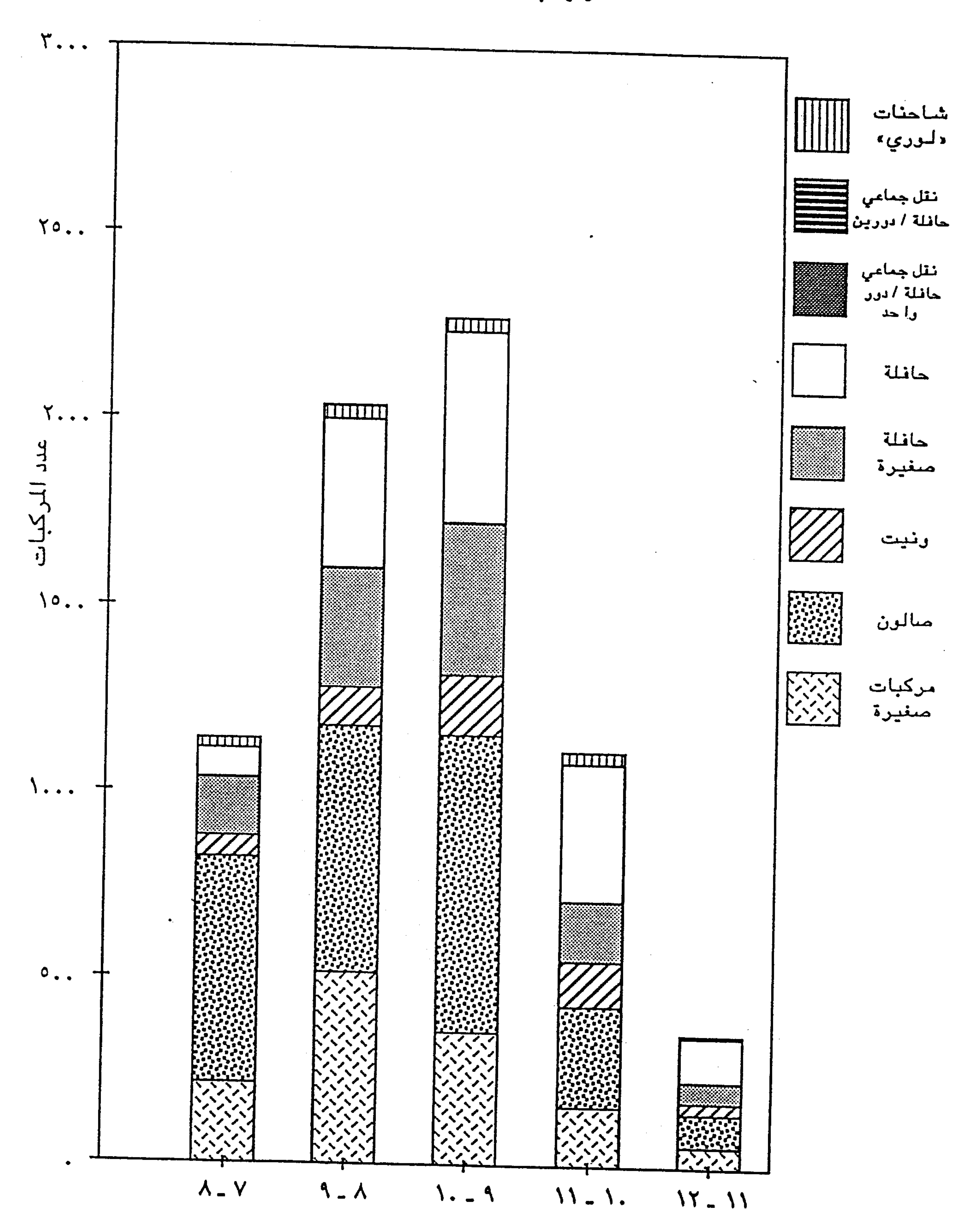
إستمارة حصر المركبات (سيارة صغيرة) على الطريق طبقًا للتوقيت

إسم القائم بالحصر: __________ طريق رقم: __________ الإتجاه من: __________ إلى: __________

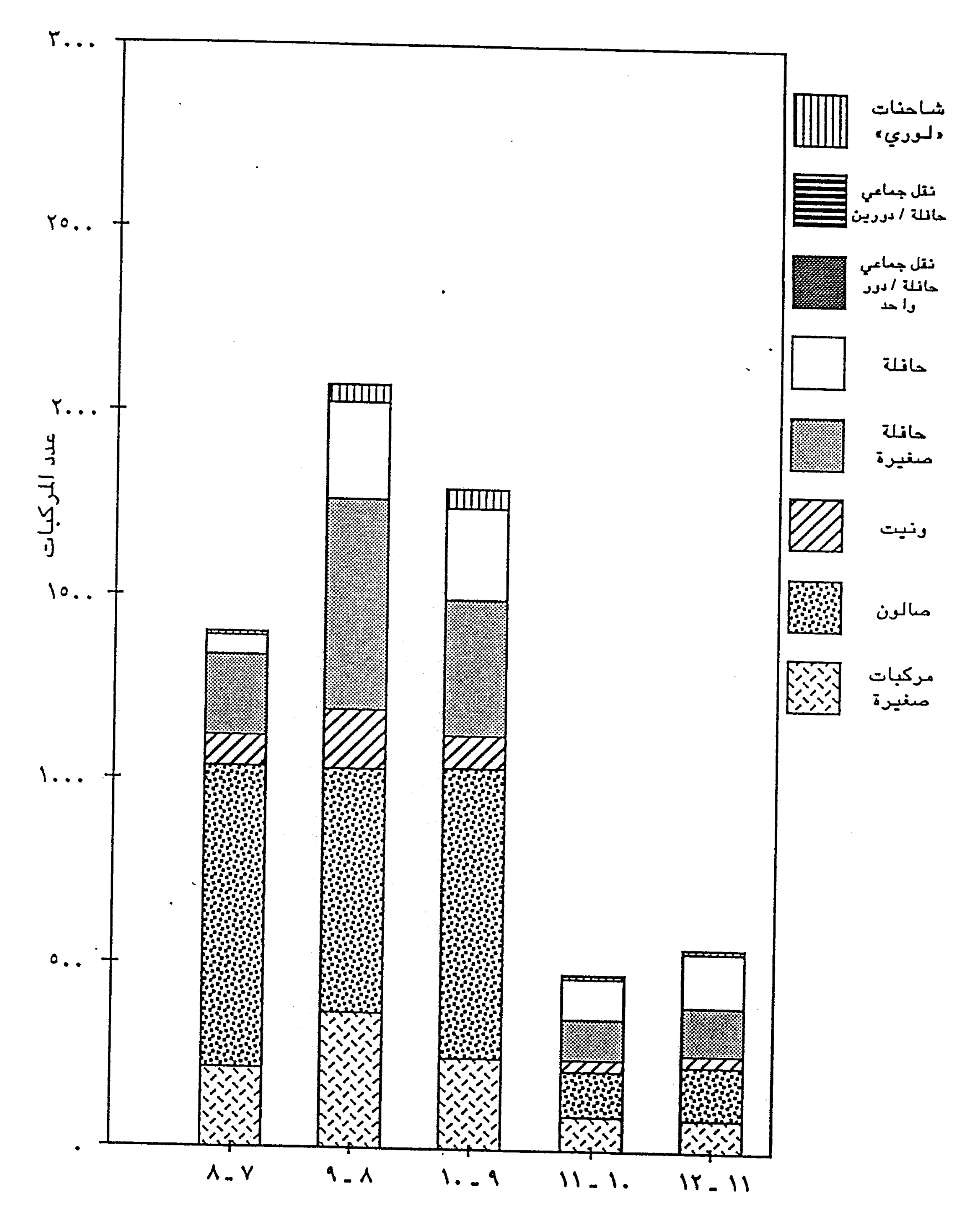
التوقيت / نسبة شغل المركبة	٨,٠٠ - ٨,١٥	٨,١٥ - ٨,٣٠	٨,٣٠ - ٨,٤٥	٨,٤٥ - ٩,٠٠
أقل من ٢٥٪				
٢٥ - ٥٠٪				
٥٠ - ٧٥٪				
٧٥ - ١٠٠٪				
عدد الواقفين أقل من ١٠				
عدد الواقفين أكثر من ١٠				

ملحق ٢

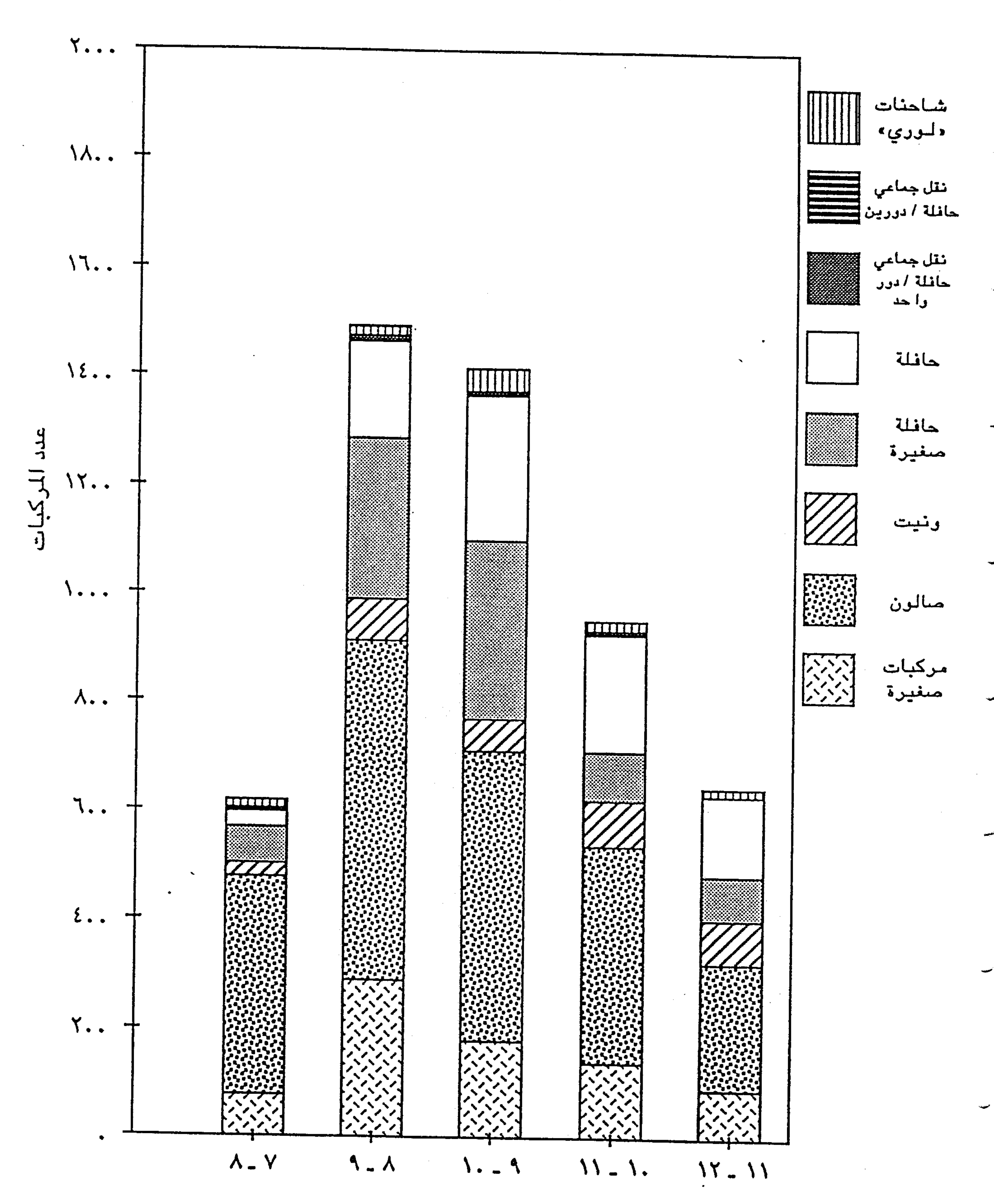
توزيع المركبات على مختلف الطرق
خلال ساعات النفرة



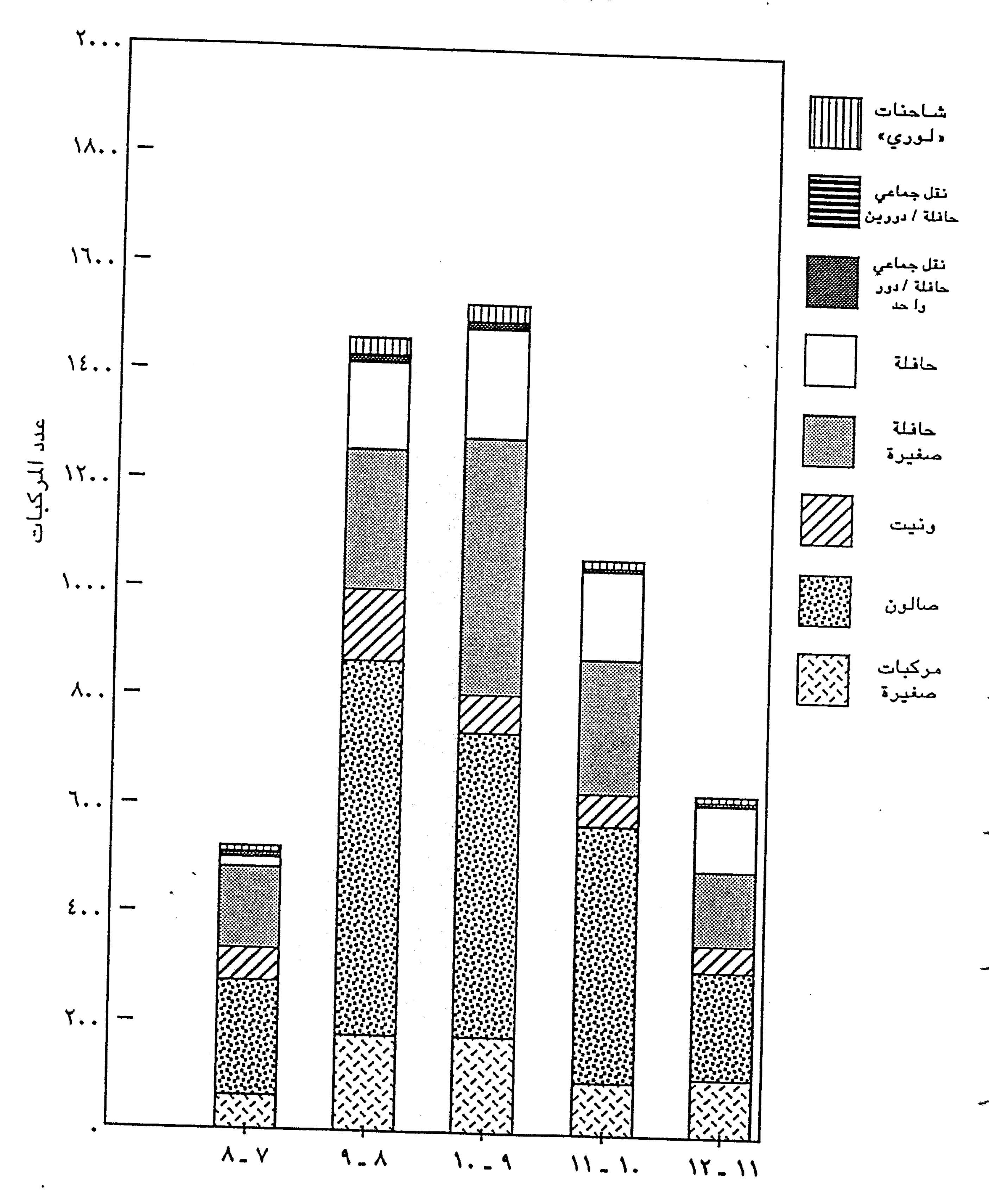
عدد المركبات على الطريق ٢
٣٠٠٠
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٠
عدد المركبات
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة
٧ ـ ٨
٨ ـ ٩
٩ ـ ١٠
١٠ ـ ١١
١١ ـ ١٢
الوقت



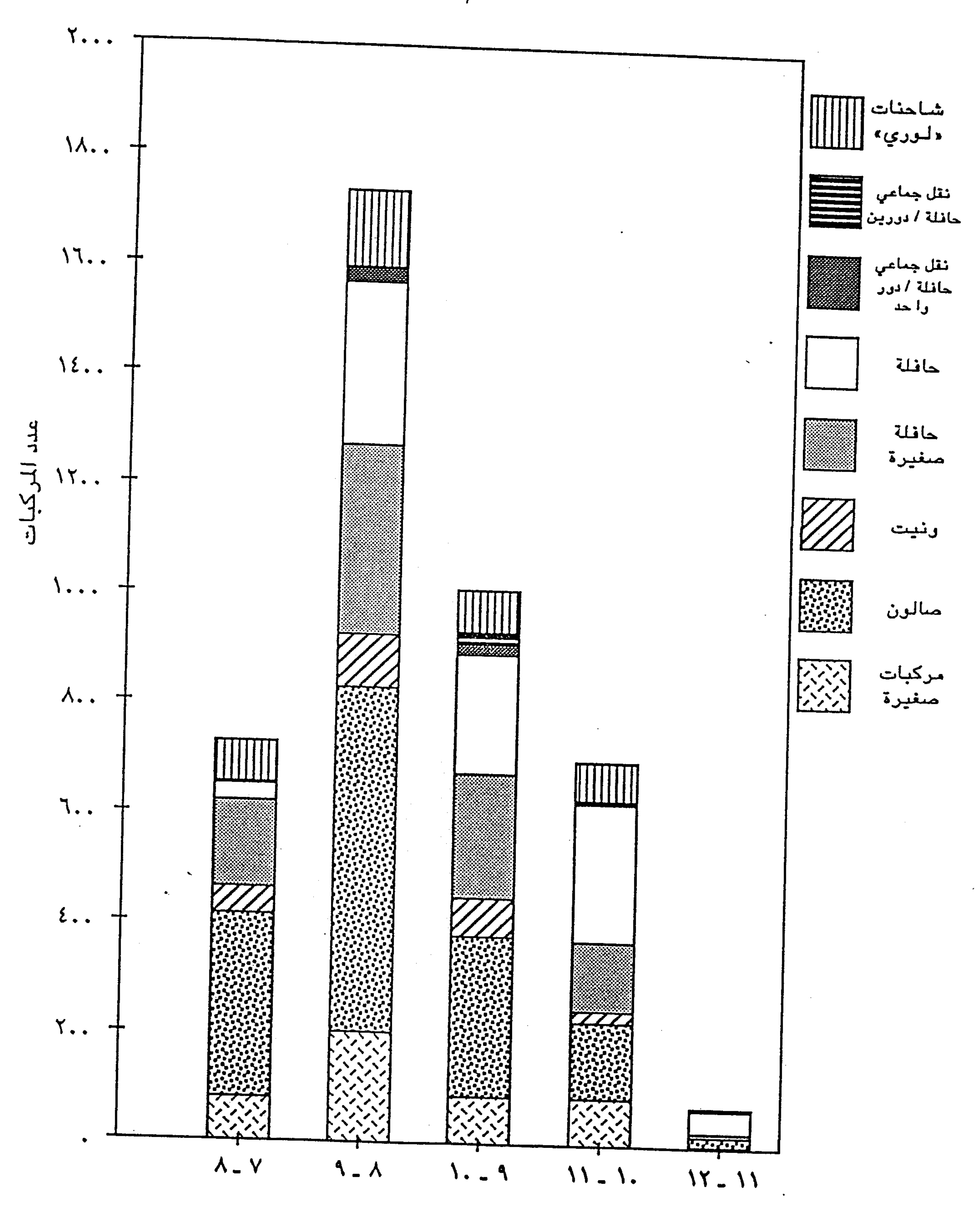
عدد المركبات على الطريق ٣
عدد المركبات
٣٠٠٠
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٠
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة
٧ ـ ٨
٨ ـ ٩
٩ ـ ١٠
١٠ ـ ١١
١١ ـ ١٢
الوقت



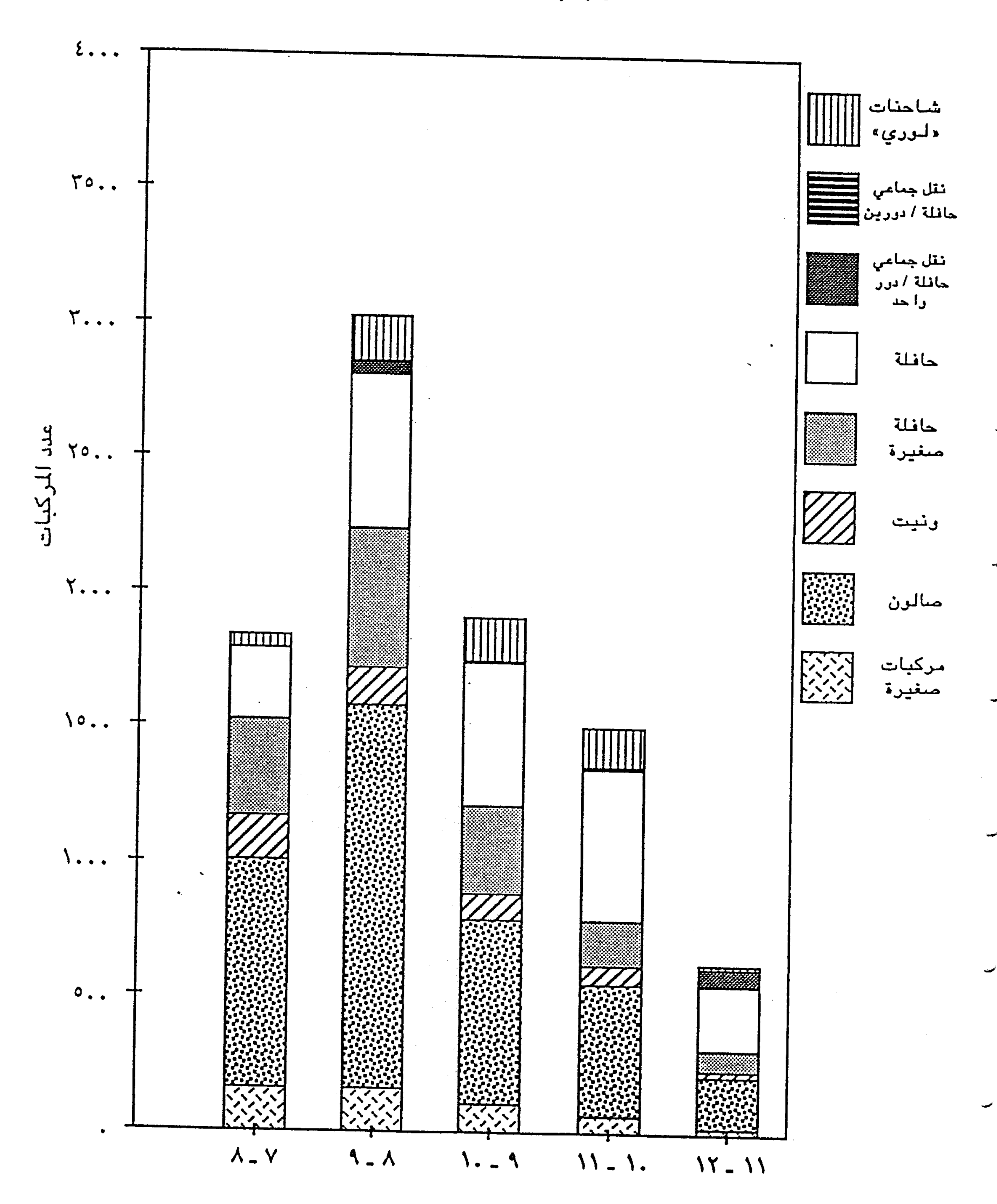
عدد المركبات على الطريق ٤
٢٠٠٠
١٨٠٠
١٦٠٠
١٤٠٠
١٢٠٠
١٠٠٠
٨٠٠
٦٠٠
٤٠٠
٢٠٠
٠
عدد المركبات
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة
٧ - ٨
٨ - ٩
٩ - ١٠
١٠ - ١١
١١ - ١٢
الوقت

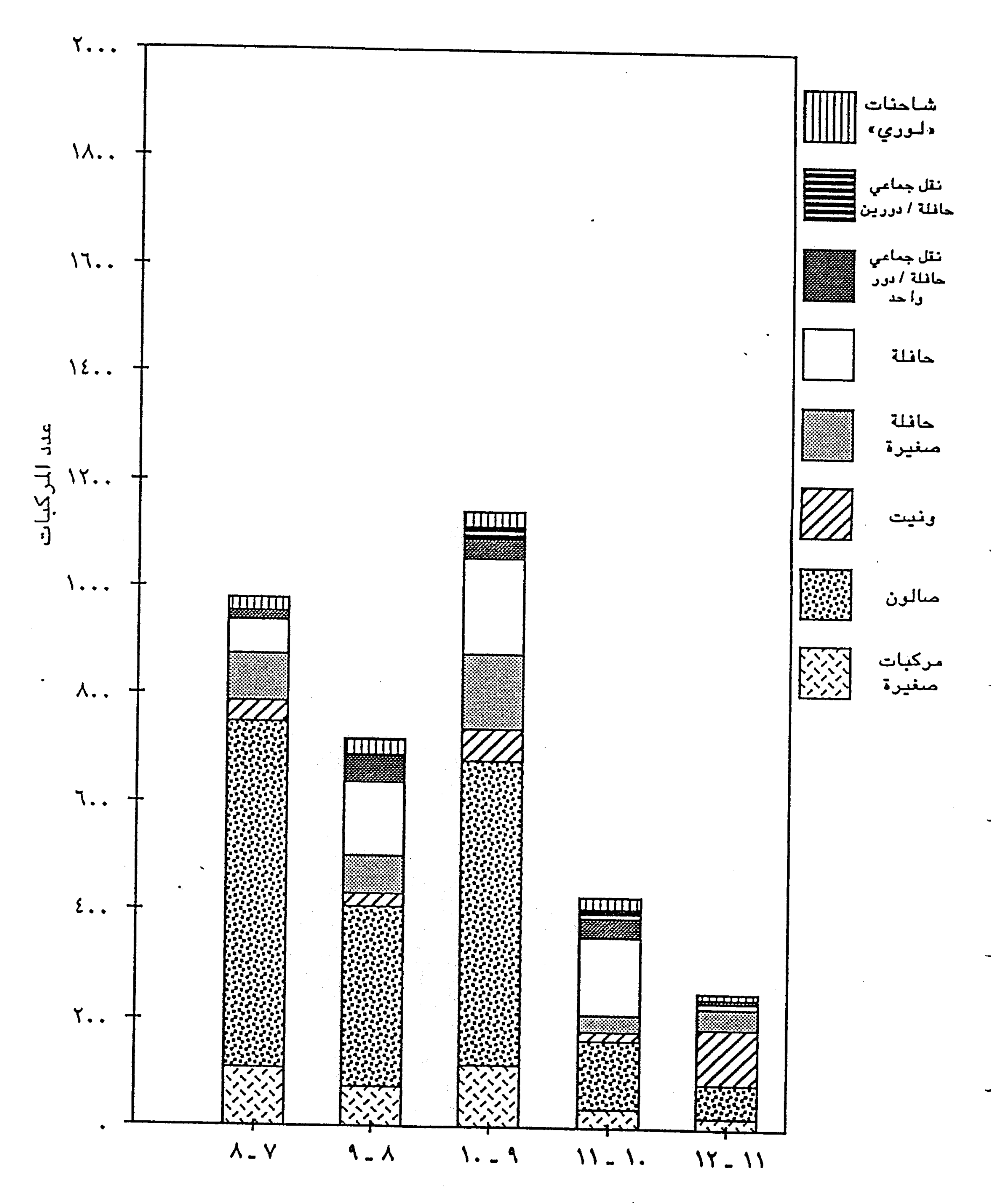


عدد المركبات على الطريق ٥
عدد المركبات
٢٠٠٠
١٨٠٠
١٦٠٠
١٤٠٠
١٢٠٠
١٠٠٠
٨٠٠
٦٠٠
٤٠٠
٢٠٠
٠
٧ - ٨
٨ - ٩
٩ - ١٠
١٠ - ١١
١١ - ١٢
الوقت
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة

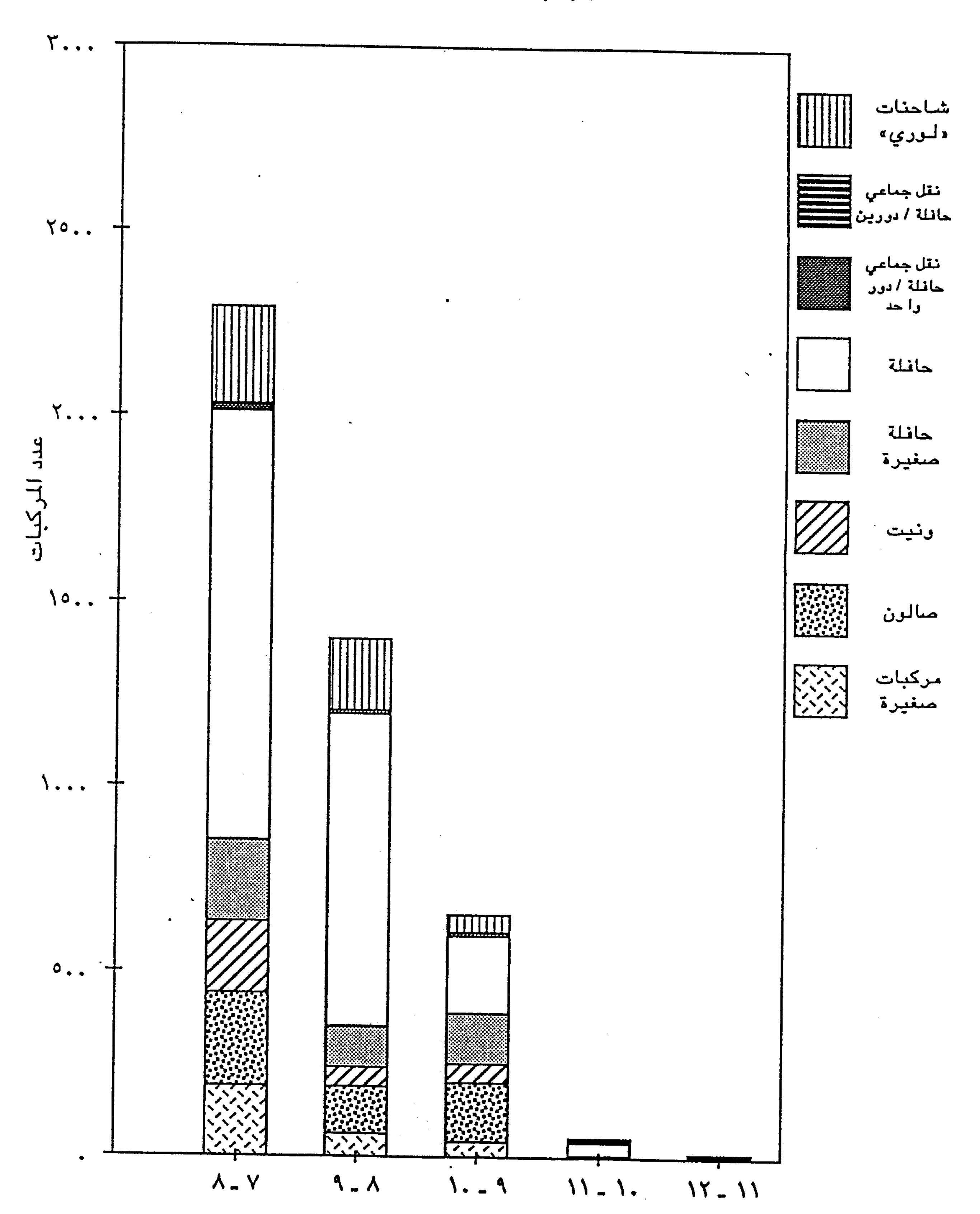


عدد المركبات على الطريق ٦
٢٠٠٠
١٨٠٠
١٦٠٠
١٤٠٠
١٢٠٠
١٠٠٠
٨٠٠
٦٠٠
٤٠٠
٢٠٠
٠
عدد المركبات
٧ - ٨
٨ - ٩
٩ - ١٠
١٠ - ١١
١١ - ١٢
الوقت
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة


عدد المركبات على الطريق ٧
٤٠٠٠
٣٥٠٠
٣٠٠٠
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٠
عدد المركبات
٨ - ٧
٩ - ٨
١٠ - ٩
١١ - ١٠
١٢ - ١١
الوقت
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة



عدد المركبات على الطريق ٨
عدد المركبات
٢٠٠٠
١٨٠٠
١٦٠٠
١٤٠٠
١٢٠٠
١٠٠٠
٨٠٠
٦٠٠
٤٠٠
٢٠٠
٠
٧ - ٨
٨ - ٩
٩ - ١٠
١٠ - ١١
١١ - ١٢
الوقت
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة



عدد المركبات على الطريق ٩
٣٠٠٠
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٠
عدد المركبات
شاحنات «لوري»
نقل جماعي حافلة / دورين
نقل جماعي حافلة / دور واحد
حافلة
حافلة صغيرة
ونيت
صالون
مركبات صغيرة
٧ - ٨
٨ - ٩
٩ - ١٠
١٠ - ١١
١١ - ١٢
الوقت

ملحق ٣

مستويات الخدمة

مستوى خدمة (A): وفيه لاتتأثر المركبات ببعضها ويتميز هذا المستوى بحرية حركة المركبات من حيث السرعة والمناورة.

مستوى خدمة (B): بداية شعور السائق بوجود مركبات أخرى مع وجود حرية في اختيار السرعة وبعض العوائق في حرية المناورة وبالطبع فإن راحة القيادة في هذا المستوى أقل منها في المستوى (A).

مستوى خدمة (C): وفي هذا المستوى فإن القيادة تتأثر بالآخرين حيث أن اختيار السرعة يتأثر بالمركبات الأخرى والمناورة تستلزم مراقبة حذرة من السائق، وراحة القيادة عامة تهبط بدرجة ملحوظة عند هذا المستوى.

مستوى خدمة (D): وفيه تكون كثافة المرور عالية وحرية السرعة والمناورة تصبح مقيدة ويعاني السائق من تدهور مستوى الراحة في القيادة.

مستوى خدمة (E): وفيه يزيد حجم المرور بحيث يكون أقرب مايمكن إلى الطاقة الاستيعابية وتنخفض فيه السرعات وتوجد صعوبة بالغة في حرية المناورة.

مستوى خدمة (F): وفيه يكون تدفق المركبات مجبراً وتكون فيه الحركة عبارة عن حركة ثم وقوف.